

MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE.

DIRECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

Gr. 14. — Cl. 4.

N° 841.683

Moyens pour le traitement, en phase vapeur, d'hydrocarbures, et autres applications analogues.

COMPAGNIE FRANÇAISE DES PROCÉDÉS HOUDRY résidant en France (Seine).

Demandé le 3 août 1938, à 15 heures, à Paris.

Délivré le 13 février 1939. — Publié le 24 mai 1939.

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 5 août 1937 au nom de M. Eugène Jules Houdry. — Déclaration du déposant.)

La présente invention a pour objet des moyens et plus particulièrement un dispositif pour le traitement, en phase vapeur, d'hydrocarbures ou autres matières analogues, à l'aide d'une masse de contact régénérable *in-situ*.

Le nouveau dispositif est conçu en vue de pouvoir, par une simple manœuvre de robinets, s'adapter à volonté pour le traitement de matières de départ variées et de pouvoir s'adapter aussi aux conditions opératoires les plus variées (température, vitesse d'écoulement, nature de la masse de contact, durée de contact, etc.); le nouveau dispositif permettant grâce à sa constitution spéciale l'application, pour les divers traitements, de formules que la demanderesse a établies et qui procurent immédiatement à l'employeur la hauteur de la couche de masse de contact en fonction des différentes variables.

Conformément à l'invention, un appareil d'ensemble, dont on peut utiliser de façons variées un plus ou moins grand nombre d'éléments, comporte une série de ces éléments, pratiquement identiques, superposés les uns aux autres, chacun d'eux ayant la constitution conforme à l'invention.

L'élément est formé par une enveloppe, à l'intérieur de laquelle une masse de contact

est disposée sur un faux-fond perforé limitant un collecteur d'entrée ou de sortie, un autre collecteur d'entrée ou de sortie étant réservé au-dessus du niveau libre de la masse.

Ce qui caractérise essentiellement l'élément, c'est d'une part sa faible hauteur qui peut être réduite à 30 cm., et d'autre part la disposition au sein de la masse, et pratiquement dans toute l'étendue de celle-ci, d'une manière de radiateur à collecteurs supérieurs et inférieur et faisceau tubulaire; les tubes du faisceau étant très rapprochés et se trouvant au maximum à une distance les uns des autres de 50 mm., la même distance ou une distance voisine étant réservée entre les tubes périphériques et la paroi intérieure de l'enveloppe. On réalise, grâce à cette disposition, grâce à cette combinaison d'un élément de faible hauteur et d'un radiateur à tubes rapprochés, non seulement une température uniforme dans toute l'étendue de la masse, mais encore une circulation, des gaz à traiter ou des gaz de régénération, suivant un grand nombre de courants parallèles; l'uniformisation de la température est de préférence complétée par une disposition, autour de la paroi de l'élément, d'un serpentín où circule le même fluide régula-

Prix du fascicule : 10 francs.

teur de température qu'à l'intérieur du radiateur.

Conformément à l'invention, les éléments de l'appareil d'ensemble sont de préférence 5 reliés à des collecteurs communs d'admission et d'évacuation pourvus de branchements appropriés munis de robinets.

Une forme particulière de réalisation de l'appareil est représentée par les figures 1 10 et 2 du dessin, respectivement en coupe élévation et en plan coupe à plus grande échelle suivant 2-2 de la figure 1, la figure 1 étant d'ailleurs une coupe élévation suivant 1-1 de la figure 2.

15 Il n'a été représenté, sur le dessin, qu'un convertisseur où toutes les tuyauteries correspondantes, tous les appareils accessoires d'une installation d'ensemble pour la transformation d'hydrocarbures lourds en essence 20 ou autres hydrocarbures légers, peuvent être d'un type connu quelconque.

Le convertisseur représenté comporte une pile d'éléments semblables superposés les uns aux autres. Il a été admis que ces éléments 25 sont de forme cylindrique, cette forme se présentant le mieux à l'application non seulement des principes d'établissement des éléments isolés, mais des dispositifs accessoires qui ont été visés plus haut.

30 Chaque élément 3 est donc constitué par une virole cylindrique avec brides terminales et portant en saillie sur son bord inférieur un ressaut, venu de pièce ou rapporté, sur quoi s'appuie le faux-fond perforé 6. Sur ce 35 faux-fond est chargée la masse de contact, et dans cette masse est immergé un dispositif échangeur de température constitué par une manière de radiateur R, c'est-à-dire par un faisceau tubulaire compris entre deux collec- 40 teurs.

Conformément à l'invention, l'échangeur de température ou le radiateur comporte un faisceau à éléments tubulaires très rapprochés et qui, dans la pratique, ne doivent pas 45 être distants les uns des autres de plus de 50 mm. environ. Le faisceau occupe pratiquement toute l'étendue de la masse, les tubes périphériques n'étant distants de la paroi intérieure que d'une longueur égale à 50 ou voisine de la distance horizontale entre deux tubes. D'autre part, conformément à l'invention également, la hauteur de la masse

de contact où est immergé le radiateur, ne doit pas pratiquement dépasser 60 cm. environ, cette hauteur pouvant dans la pra- 55 tique descendre jusqu'à 30 cm.

On réalise ainsi, par une combinaison de ces radiateurs où circule le fluide régulateur de température, par la hauteur réduite de 60 la masse de contact, et la distribution des gaz au travers du faux-fond perforé dont le nombre de perforations sera au minimum celui des tubes du faisceau tubulaire du radiateur, une unité où les gaz à traiter, tout 65 comme alternativement le fluide régénérateur, s'écouleront à une température pratiquement uniforme.

Afin que les parties de la masse de contact qui se trouvent au voisinage de la paroi intérieure de l'enveloppe soient maintenues 70 à la même température que le reste de la masse, on peut assurer ce maintien par un réchauffage externe, ce qui, conformément à l'invention, est réalisé à l'aide d'une circulation, à l'intérieur d'un serpentin entourant 75 l'enveloppe, de fluide régulateur emprunté au collecteur et qui se trouve par suite à la même température que le fluide circulant à l'intérieur du faisceau tubulaire du radiateur. 80

Dans l'exemple représenté, le radiateur est constitué par une série d'éléments semblables entre eux comme le montre la figure 2, et comportant chacun un collecteur inférieur 8a, un collecteur supérieur 9a; les collec- 85 teurs supérieurs et inférieurs communiquant d'ailleurs entre eux par un collecteur transversal d'ensemble 9 et 8 respectivement. Chaque radiateur élémentaire du radiateur d'ensemble R comporte, comme le montre 90 la figure 2, une série de tubes 10 de préférence oblongs, afin qu'ils présentent une surface radiante aussi grande que possible. Les conduits 11 et 12, qui se raccordent aux collecteurs transversaux 8 et 9 respec- 95 tivement, se prolongent au-dessus de la masse de contact M dans chacun des éléments 3 et sont reliés de façon amovible, ainsi que cela est indiqué en 11a et 12a, à des branchements 13, 14, pourvus de robinets et 100 qui traversent les parois pour aboutir aux conduits d'alimentation 15 et de départ 16 respectivement. Le conduit d'alimentation 15 est également relié, par des branche-

ments 7a pourvus de robinets, aux serpents 7, lesquels à leur tour sont reliés, par des branchements 7b, pourvus de robinets, au conduit de départ 16.

5 Les matières à traiter peuvent être amenées dans les masses de contact M, soit par le haut, soit par le bas, par des branchements 17a émanant du conduit 17, d'autre part, pour l'évacuation des produits de la
10 réaction, soit par dessous soit par dessus, chacune des masses de contact est reliée au conduit 18 par des branchements 18a pourvus de robinets, le conduit 18 portant lui-même un robinet d'isolement.

15 Le conduit 19 pour le fluide régénérateur comporte des branchements 19a qui se raccordent aux branchements 17a destinés à l'admission du mélange gazeux à traiter. L'appareil comporte un conduit de départ
20 des fumées résultant de la régénération, ce conduit 20 comportant des branchements 20a se raccordant aux branchements 18a du conduit 18.

Comme le montre la figure 1, les branchements inférieurs extrêmes 17a et 19a
25 d'une part et 18a et 20a d'autre part, débouchent dans une chambre de profondeur réduite formée par le fond 4 et un faux-fond 6 correspondant.

30 Chaque élément 3 comporte de préférence un ou plusieurs trous d'inspection normale-ment obturés par des couvercles 21.

Il est aisé de voir que le convertisseur à éléments superposés et dont les uns ou les
35 autres peuvent être mis en circuit ou hors du circuit, se prête aux traitements de matières de départ les plus variées, et qu'il est facile de passer d'un traitement à un autre moyennant une simple manœuvre de ro-
40 nets.

Si l'on utilise, en effet, par exemple, une pile de 6 éléments ayant chacun une hauteur d'environ 30 cm., on peut en admettant le mélange gazeux à traiter à la partie inférieure
45 par exemple et évacuant les produits de la réaction à la partie supérieure, assurer un passage dudit mélange sur une hauteur de 1 m. 80 environ.

Si avec le même appareil on admettait le
50 mélange à traiter à mi-hauteur, c'est-à-dire entre le 3° et le 4° élément, et cela à une pression convenable, en faisant évacuer les

gaz respectivement au sommet et au bas, ou si inversement on admettait le mélange à traiter par les deux extrémités en faisant
55 évacuer les produits de la réaction à mi-hauteur, on procure aux gaz un trajet égal à la moitié de la hauteur du convertisseur.

D'autres combinaisons sont possibles, vu que l'on peut mettre en circuit ou hors du
60 circuit un nombre variable d'éléments et assurer l'écoulement de haut en bas, ou de bas en haut.

Il y a lieu de faire observer d'autre part que l'on peut, avec l'appareil décrit, activer
65 considérablement la régénération, en opérant celle-ci simultanément dans tous les éléments de l'appareil, le fluide régénérateur n'ayant ainsi à traverser que la hauteur d'un élément.

L'appareil décrit et représenté permet de réaliser des transformations de gaz ou mélanges de gaz et de vapeurs en présence d'une masse de contact et d'adapter à tout instant le fonctionnement de l'installation
75 en utilisant un plus ou moins grand nombre d'éléments et faisant varier convenablement la vitesse d'écoulement des gaz à traiter et le débit de ces gaz, ainsi que le débit et la durée de passage des gaz de régénération
80 suivant chaque cas particulier.

Ce résultat industriel est particulièrement appréciable quand il s'agit du traitement d'hydrocarbures lourds en vue de leur trans-
85 formation en essences ou autres carburants légers. Tout spécialement l'appareil permet de réduire au maximum les dépôts de coke. la réduction de ces dépôts étant en général obtenue en faisant circuler une quantité restreinte de mélange gazeux à traiter et
90 cela à une vitesse et avec un débit approprié, au travers d'une masse de contact de profondeur suffisante pour que la durée de contact soit elle-même convenable en donnant lieu au minimum de réactions secondaires. La
95 demanderesse a reconnu que, dans la pratique, pour que l'opération s'effectue dans des conditions satisfaisantes, il était nécessaire d'éviter pendant la période de réaction un dépôt de coke supérieur à 15 grammes
100 par litre de masse de contact; ce dépôt devant d'ailleurs être autant que possible uniformisé dans toute l'étendue de la masse. L'appareil décrit permet, par de simples

opérations mécaniques (ouverture ou fermeture de robinets), d'assurer un réglage suffisamment précis de la température dans toutes les couches de la masse de contact.

5 Ceci est d'autant plus précieux que les opérations de traitement de la masse gazeuse et celles de régénération du catalyseur par un fluide régénérateur sont les unes endothermiques, les autres exothermiques.

10 L'appareil décrit permet de choisir à volonté dans les limites désirables, la hauteur de masse de contact à faire parcourir par les gaz à traiter; pratiquement, un appareil conforme à l'invention et constitué
15 par une pile d'éléments dont la hauteur totale est de l'ordre de 4 m. à 5 m. environ répond aux besoins les plus variables; chacun des éléments ayant une hauteur de 0 m. 30 à 0 m. 75 environ.

20 Plus particulièrement l'appareil, conforme à l'invention, a permis au demandeur une adaptation aux meilleures conditions de marche et de rendement pour la transformation des hydrocarbures. Il a permis,
25 en outre, l'établissement de règles pratiques pour la détermination des principaux facteurs qui entrent en considération dans ce genre d'opérations. Les équations ou formules qui seront indiquées ci-après établis-
30 sent une relation entre le rendement et la vitesse de passage du mélange gazeux à traiter au travers d'un nombre donné d'éléments, ainsi que la relation entre le rendement, la hauteur de passage et la vitesse
35 d'écoulement du mélange à traiter.

La première formule est la suivante :

$$Y = \frac{\frac{V}{25} + M}{\left(\frac{V}{25}\right)^2 + O}$$

Dans cette formule Y désigne le rendement centésimal en essence exprimé en fraction;
40 V, qui est la vitesse de passage du mélange, a été exprimé en millimètres par seconde; M et O sont des constantes quelle que soit la longueur de trajet du mélange à traiter ou sa vitesse; ces constantes variant toutefois
45 si l'on tient compte de considérations particulières comme il sera indiqué ci-après.

La valeur de M variera entre 1 et 3, tandis que celle de O pourra varier entre 2,8 et 1.800. Pour des vitesses s'élevant aux

environs de 75 cm. par seconde, les valeurs 50 de M et O peuvent être comprises respectivement entre 1,5 et 2,8 et entre 2,8 et 460.

Suivant les variations de nature des matières à traiter, la gamme des valeurs de O 55 devra elle-même varier. Avec des matières plus faciles à traiter, telles que les gas-oils, O devra recevoir des valeurs comprises entre 2,8 et 60, alors que pour des matières plus lourdes telles que des fuels-oils, des résidus, etc., la gamme des valeurs de O s'étendra de 60 60 préférence entre 10 et 460.

La formule ci-dessus peut aussi s'employer sous la forme :

$$Y = K \frac{\frac{V}{25} + M}{\left(\frac{V}{25}\right)^2 + O}$$

dans laquelle la constante K est relative à 65 l'activité du catalyseur et à la composition de la charge à traiter.

La valeur de K est comprise entre 0,47 et 40, quand Y varie entre 30 et 50 %.

Il importe de tenir compte de ce que pour 70 tout taux de chargement, le rapport $\frac{L}{V}$, de la hauteur L de passage en millimètres à la vitesse V, est constant, c'est ainsi par exemple que 8 volumes d'une masse de gaz admis par minute pour chaque volume de masse de 75 contact donne pour le rapport $\frac{L}{V}$, une valeur de 7 1/2.

Une fois la valeur de ce rapport établie, il devient possible de déterminer les valeurs 80 de M et de O, à l'aide des formules complémentaires suivantes :

$$M = 1,5 + 6,8 \frac{V}{L}$$

$$2,5 \left(15 \frac{V}{L}\right)^2 = -M + \sqrt{M^2 + O}$$

(les valeurs de a varient de 1,1 à 3; les valeurs 85 les plus basses correspondant aux matières légères à traiter, et les valeurs les plus élevées aux matières lourdes).

Les valeurs ainsi déterminées peuvent 90 être substituées à M et à O dans les formules précédentes, pour la détermination des conditions qui procureront les rendements les plus élevés. Il est bien évident toutefois que pour déterminer les conditions qui donnent le rendement maximum, il faudra

déterminer la valeur de V pour laquelle la dérivée de la fonction Y par rapport à V est nulle, c'est-à-dire $\frac{dY}{dV} = 0$.

Pour pouvoir appliquer les formules ci-dessus au traitement d'hydrocarbures, il convient de choisir une quantité de masse de contact, appropriée en nature et en quantité, à la matière de départ à traiter. Cette quantité de catalyseur ou de matière de contact sera de préférence supérieure au double du volume de la charge à traiter dans le convertisseur, dans une passe unique dont la durée pourra s'élever à 20 minutes; la charge étant mesurée à l'état liquide.

On peut supposer que l'on dispose d'une huile brute ou d'un mélange d'huiles brutes américaines; et si l'on emploie un volume de masse de contact équivalent approximativement à 5 volumes de charge pour une réaction qui doit s'effectuer à une température de 440°C. , sous une pression d'un kilogramme par centimètre carré, avec 17,5% de vapeur d'eau, pour une passe de traitement de 15 minutes, ces conditions fournissent un taux de chargement, par volume de masse de contact d'environ 4,1 par minute et par suite une valeur de 14,5 pour le rapport $\frac{L}{V}$.

En appliquant cette valeur dans les formules ci-après :

$$M = 1,5 + 6,8 \frac{V}{L}$$

$$2,5 \left(15 \frac{V}{L} \right)^3 = -M + \sqrt{M^2 + O}$$

on obtient $M = 1,97$; $O = 18,6$.

Ces valeurs substituées à M et à O dans l'équation fournissant Y , donnent une vitesse optima de 70 millimètres par seconde; en employant la formule $\frac{L}{V} = 14,5$, la longueur optima de trajet est de 1 m. 015.

Dans ces conditions, si l'on emploie un appareil tel que celui décrit et représenté sur les figures 1 et 2, cet emploi se fera dans les conditions optima si l'on admet la charge au centre du convertisseur et si l'on évacue les produits par les deux extrémités, ou bien encore si l'on admet la charge aux extrémités en évacuant les produits par le centre.

La hauteur de la charge M , dans chacun des éléments 3, étant de 32 cm., on obtient,

pour chaque groupe de 3 éléments, ou plus exactement pour la masse totale dans les 3 éléments, une hauteur de 0 m. 96.

Dans chaque cas particulier, il sera aisé de déterminer la valeur de la constante K . Si par exemple on emploie comme masse de contact un hydro-silicate actif ayant la composition ci-après :

Si O^2 76 %;

Al 3 O^3 16,8 %;

Fe 2 O^3 1,6 %;

Ca O 2,4 %;

Mg O 1,3 %;

60

K aura pour valeur : $2 \left(15 \frac{V}{L} \right)^{1,6}$ et le rendement optimum, en essence à point de distillation final de 205°C. , avec un indice d'octane élevé, sera, dans l'exemple ci-dessus, d'environ 39 %.

Si l'on dispose, comme matière de départ, d'un gaz-oil léger, on peut employer un volume plus réduit de masse de contact, de l'ordre approximatif de 3 volumes en liquide de la charge, pour une réaction à opérer à la température de 450°C. , sous une pression de 2 kg. par centimètre carré, avec 5 % en poids de vapeur d'eau, pour une passe de traitement de 15 minutes. Le volume de charge vaporisé par volume de masse de contact sera alors d'environ 2,4 par minute, ce qui donne pour $\frac{L}{V}$, une valeur d'environ 25.

En substituant à $\frac{L}{V}$ cette valeur dans les formules ci-après :

$$M = 1,5 + 6,8 \frac{V}{L}$$

et

$$2,5 \left(15 \frac{V}{L} \right)^{1,1} = -M + \sqrt{M^2 + O}$$

on obtient pour M et pour O , respectivement 1,77 et 6,9.

En appliquant l'une ou l'autre des méthodes indiquées dans l'exemple précédent on trouve une vitesse optima de 36 mm. par seconde et une longueur de trajet de 0 m. 89 environ.

En employant le même type de masse de contact que dans le premier exemple, on a pour K une valeur :

$$0,95 \left(40 \frac{V}{L} \right)^{0,5}$$

Le rendement en essence condensée à

indice d'octane élevé sera, dans ces conditions de 42 %.

La demanderesse, en pratiquant les deux exemples qui viennent d'être visés, a reconnu que dans le premier, celui où la matière de départ était un hydrocarbure lourd, il s'était produit un dépôt d'environ 10 grammes de coke; dans le second exemple le dépôt a été d'environ 5 grammes. Dans les deux cas les périodes de traitement ont eu des durées de 15 minutes, tandis que les périodes de régénération ont été de 30 minutes, ce qui représente un total de 45 minutes pour le cycle entier.

Bien entendu l'installation devra, dans ce cas comporter 3 convertisseurs d'ensemble ou autrement dit 3 piles d'éléments. Si les conditions opératoires sont déterminées en vue de la production d'un dépôt de coke inférieur à 5 grammes, on pourra employer un cycle d'une durée totale de 30 minutes, la durée de traitement étant la même que celle de la régénération; l'installation pourra alors ne comporter ou ne mettre en jeu que 2 convertisseurs d'ensemble ou piles d'éléments.

Dans tous les cas, l'importance du dépôt de coke ne doit pas, comme la demanderesse a pu l'établir, excéder 15 grammes par litre de masse de contact.

La demanderesse a reconnu que les moyens caractéristiques, ci-dessus décrits, permettaient de régler la marche de l'opération de manière à réduire le dépôt de coke à 15 grammes au maximum par litre de masse de contact.

Il a été reconnu d'autre part que le volume de masse gazeuse à traiter pendant une passe, évalué en liquide, ne devra pas dépasser 100 % du volume de la masse de contact, et de préférence être légèrement inférieur à 50 %.

La vitesse d'écoulement du mélange gazeux à traiter devra, conformément aux observations de la demanderesse, être d'au moins 10 mm. par seconde.

L'appareil décrit permet, ce que la demanderesse a reconnu comme particulièrement avantageux, de limiter la hauteur de passage de la masse gazeuse à traiter à une couche de masse de contact variant entre 30 et 60 centimètres; la période de réaction pouvant

ainsi être réduite à 20 minutes et la période de régénération n'excédant pas 40 minutes.

RÉSUMÉ :

1° Dispositif et procédé pour le traitement, en phase vapeur, d'hydrocarbures (ou autres applications analogues) à l'aide d'une masse de contact régénérable *in situ*, caractérisé en ce que la chambre de réaction qui contient la masse de contact est constituée par un récipient vertical de faible hauteur, de l'ordre de 30 à 60 cm., où ladite masse est disposée sur un faux-fond perforé limitant le collecteur inférieur d'arrivée ou de départ et comporte en son sein un échangeur de chaleur multitubulaire analogue à un radiateur, c'est-à-dire composé d'un grand nombre de tubes verticaux placés entre deux collecteurs horizontaux pour la circulation d'un fluide régulateur de température; l'échangeur tubulaire occupant pratiquement la quasi-totalité de la hauteur et de la section droite de la masse de contact, l'élément étant complété, de la façon connue, par un collecteur de départ servant alternativement pour les gaz traités et ceux provenant de la régénération;

2° Formes de réalisation caractérisées en ce que les éléments du faisceau tubulaire de l'échangeur de température, pratiquement en nombre correspondant à ceux des perforations du faux-fond sur quoi repose la masse de contact, se trouvent séparés au maximum de 45 à 50 mm. environ, entre eux et de la paroi verticale du convertisseur, afin d'assurer en même temps qu'une répartition uniforme de la température au sein de la masse de contact, un écoulement des gaz ou du mélange de gaz et de vapeurs, suivant un nombre considérable de courants parallèles;

3° Formes de réalisation caractérisées en ce que la paroi extérieure de l'élément métallique non isolé est entourée d'un serpentin dont l'entrée et la sortie sont respectivement branchées sur le collecteur d'arrivée du fluide régulateur de température et sur le collecteur de départ avec interposition de robinets, ce qui permet de dériver à volonté, dans ce serpentin, une quantité plus ou moins grande de fluide régulateur;

4° La constitution, au moyen d'éléments suivant le paragraphe 1° ou les paragraphes 1° à 3°, d'un appareil d'ensemble compor-

tant une pile d'éléments superposés, les tuyauteries de départ et d'arrivée des gaz à traiter et à recueillir, alternativement en période de réaction et en période de régénération, étant raccordées à un collecteur commun pour tous les éléments de la pile d'éléments, par des branchements pourvus de robinets, de même que les conduits de circulation (arrivée et départ) pour le fluide régulateur de température, sont respectivement raccordés à un collecteur commun d'arrivée et à un collecteur commun de départ, par des branchements pourvus de robinets;

5° Un procédé plus particulièrement applicable à l'aide du dispositif suivant les paragraphes 1° à 4° où la masse de contact a tous ses points à une distance maxima de 25 mm. d'une surface régulatrice de température, caractérisé par un réglage du traitement, établi de manière que pendant ce traitement il puisse s'opérer au maximum un dépôt de matières carbonées ou autres, à éliminer, atteignant 15 grammes par litre de masse de contact;

6° Variante du procédé suivant le paragraphe 5, caractérisée en ce que la quantité de mélange gazeux traitée (calculée en volume de liquide) est, dans chaque période de traitement, inférieure en tout cas à 100 % et

de préférence inférieure à 50 % du volume de la masse de contact sur quoi se fait le traitement; la durée des périodes de réaction étant inférieure ou égale à 20 minutes, la vitesse du fluide de régénération étant la même ou supérieure à celle des gaz à traiter, et cette régénération s'effectuant à une pression supérieure à 1 kg. 75 par centimètre carré, ce qui permet de réaliser le cycle complet en une heure au maximum;

7° Mode d'exécution du procédé suivant les paragraphes 5° et 6°, dans lequel la vitesse d'écoulement des matières à traiter est au maximum de 10 mm. par seconde et reste de préférence inférieure à 1 m. 50 par seconde; cette vitesse pouvant être déterminée par la formule :

$$Y = K \frac{\frac{V}{25} + M}{\left(\frac{V}{25}\right)^2 + O}$$

où Y désigne le rendement, V la vitesse de circulation des matières à traiter, M, K et O étant des constantes.

COMPAGNIE FRANÇAISE
DES PROCÉDÉS HOUDRY.

104, boulevard Haussmann, Paris.

N. 61.633

Compagnie Française
des Poudres Explosifs

21. unique

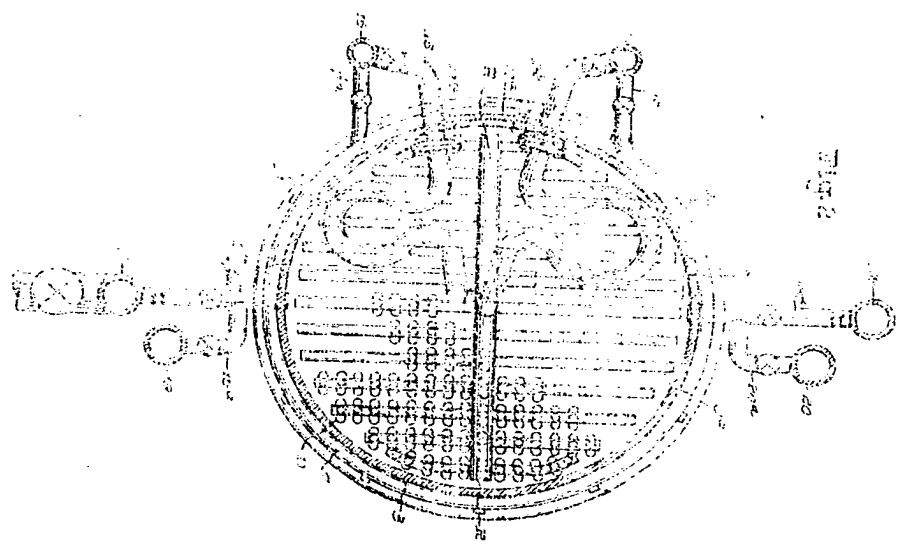
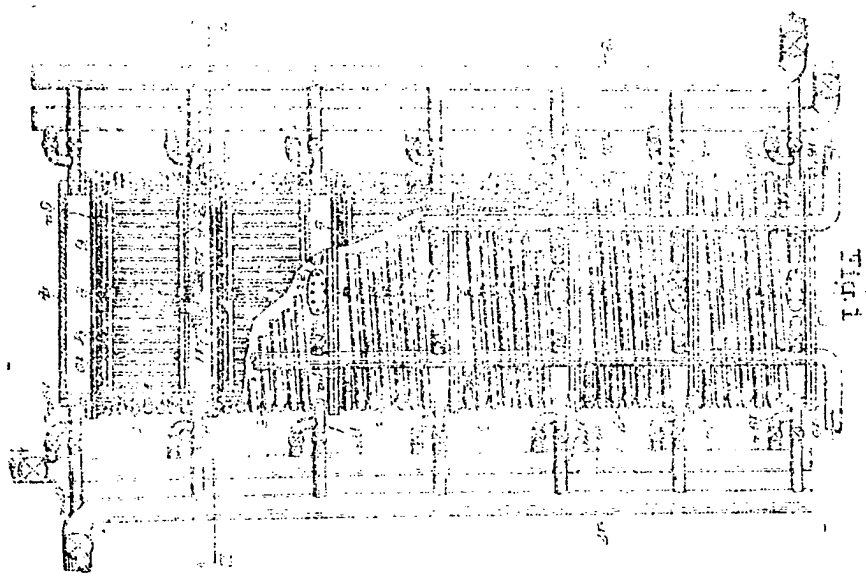


Fig. 1

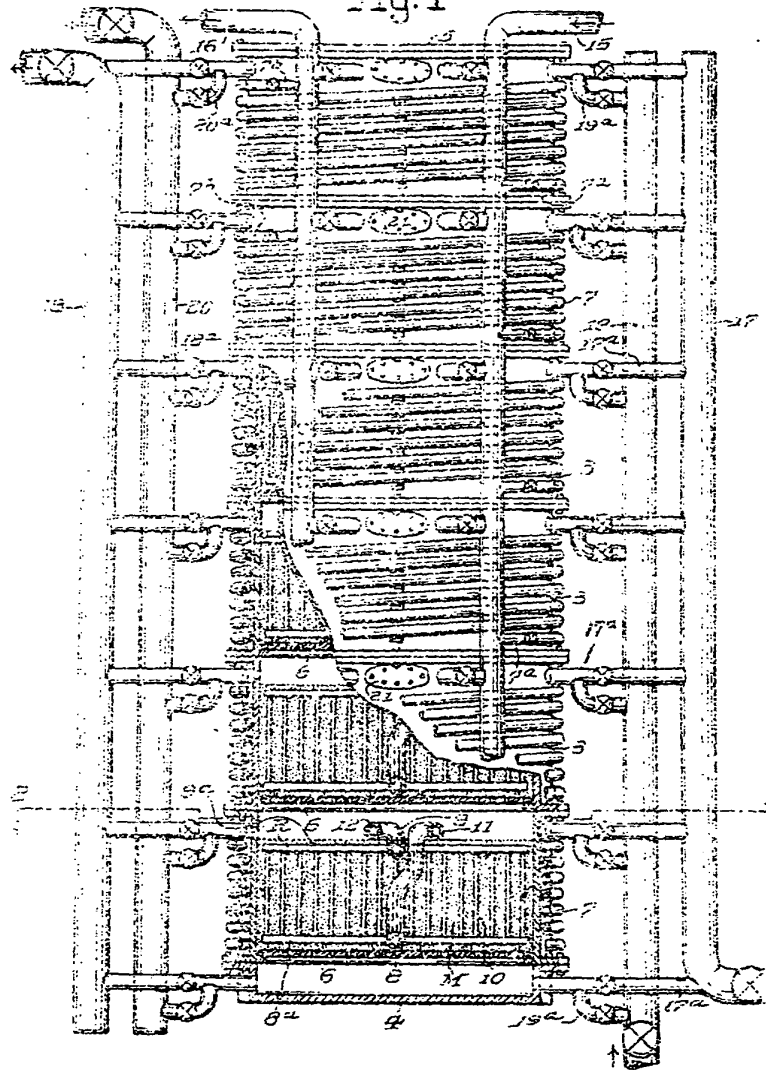


Fig. 2

